

平成 24 年度 卒業論文概要			
所 属	機械情報工学科	指導教員	光来 健一
学生番号	09237023	学生氏名	川原 翔
論文題目	帯域外リモート管理を継続可能なマイグレーション手法の研究		

1 はじめに

近年、ネットワークを介してユーザにサービスを提供するクラウドコンピューティングの利用が広がっている。その一つの形態として、ユーザに仮想マシン (VM) を提供する IaaS 型クラウドがある。IaaS 型クラウドを利用することによって、ユーザはハードウェアを用意することなく、必要な時に必要なだけの VM を使用することができる。IaaS 型クラウドのユーザは VNC や SSH などのリモート管理ツールを用いて、提供された VM (ユーザ VM) にリモートからアクセスすることで管理を行う。

その際に、ユーザ VM に直接アクセスするのではなく、ユーザ VM を管理する権限をもつ VM (管理 VM) 経由でアクセスすることで、ユーザ VM における障害発生時でもリモート管理を行うことができる。この管理手法は帯域外リモート管理と呼ばれる。しかし、ユーザ VM を別のホストにマイグレーションすると、管理 VM がユーザ VM にアクセスできなくなり、リモート接続が切断されてしまう。ユーザ VM のマイグレーションは、物理マシンのメンテナンスが必要となった時や負荷が高くなった時にユーザ VM を別のホストに移動させるために必要とされる。

本研究では、ユーザ VM のマイグレーション時においても帯域外リモート管理を継続可能なシステム D-MORE を提案する。

2 帯域外リモート管理中のマイグレーション

IaaS 型クラウドのユーザは従来、ユーザ VM に VNC サーバを導入し、VNC クライアントを使用して接続することでシステムの管理を行っていた。しかし、この管理方法を用いた場合、ユーザ VM 内部の障害によって、VNC サーバへの接続ができなくなった場合に、VM のリモート管理を行うことができなくなるという問題点が存在する。

このような状況下でもユーザ VM の管理を継続できるようにするために、**図 1** のように管理 VM で VNC サーバを動作させる手法を用いることができる。この帯域外リモート管理では、管理 VM 内の VNC サーバがユーザ VM 用の仮想デバイスを通してユーザ VM にアクセスする。これにより、ユーザ VM に障害が発生した場合でも、ローカルコンソールからログインしているかのように操作を行うことができ、より柔軟な VM の管理が可能になる。例えば、ネットワークの設定ミスや OS のクラッシュなどによってユーザ VM へのネットワーク接続ができなくなったとしても、キーボード入力などを行ったり、OS のエラーメッセージを確認したりすることが可能である。

一方、従来のリモート管理手法では、ユーザ VM を別のホストにマイグレーションしても管理を継続することができた。VM をマイグレーションしても VM へのネットワーク接続は

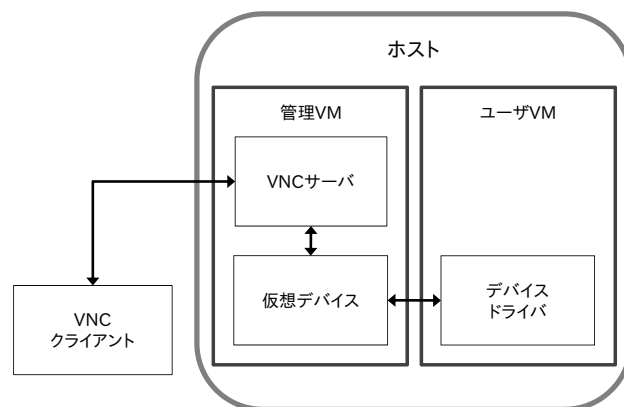


図 1 帯域外リモート管理

維持されるためである。マイグレーションは VM を停止させずに別のホストに移動させるために必要な機能である。例えば、物理マシンのメンテナンスを行う際に、VM のマイグレーションを行うことで、VM 内のサービスを停止させる必要がなくなる。

しかしながら、帯域外リモート管理の場合、ユーザ VM をマイグレーションするとリモート接続が切断されてしまうという問題が発生する。ユーザ VM のマイグレーションに伴って、管理 VM 内に作られたユーザ VM 用の仮想デバイスが存在しなくなるためである。その結果、VNC サーバが仮想デバイスにアクセスできなくなり、ユーザ VM の操作を行うことができなくなる。

3 D-MORE

本研究では、ユーザ VM をマイグレーションしても帯域外リモート管理を継続可能なシステム D-MORE を提案する。D-MORE では、**図 2** のように、従来、管理 VM で動作していた VNC サーバと仮想デバイスをリモート管理用 VM で動作させる。そして、ユーザ VM のマイグレーション時にはリモート管理用 VM も同時にマイグレーションすることによって、帯域外リモート管理におけるリモート接続を維持させる。管理 VM はマイグレーションできない特殊な VM であるため、別のリモート管理用 VM が必要となる。

D-MORE では、ユーザは VNC クライアントを用いて、リモート管理用 VM 上の VNC サーバにリモート接続する。ユーザ VM とともにリモート管理用 VM もマイグレーションすることにより、VNC クライアントと VNC サーバ間の接続はネットワークレベルで維持される。一方、リモート管理用 VM とユーザ VM 間の接続については、D-MORE が維持する。

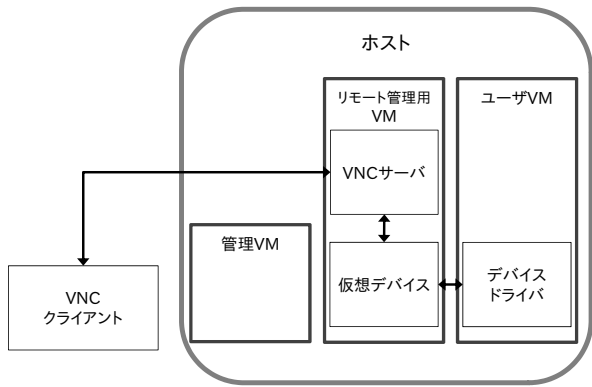


図2 D-MORE のシステム構成

3.1 VNC サーバの分離

D-MORE では、管理 VM 内の VNC サーバの機能を分離し、リモート管理用 VM 内で動作させられるようにした。仮想化ソフトウェア Xen [1] では、VNC サーバは QEMU と呼ばれるエミュレータの中に組み込まれている。QEMU から VNC サーバの機能を分離するのは容易ではなかったため、RFBProxy [2] を基に VNC サーバを作成した。現在の実装では、キーボードとマウスのイベントを処理することができる。

3.2 仮想デバイスの分離

D-MORE では、管理 VM 内の仮想デバイスのエミュレーション機能を分離し、リモート管理用 VM 内で動作させられるようにした。現在の実装では、キーボードとマウスの仮想デバイスに対応している。これらのデバイスは図 3 のように、VNC サーバから入力を受け取り、ユーザ VM 内のキューに書き込む。このキューは I/O リングと呼ばれ、Xen の準仮想化において入出力情報を受け渡すために用いられる。その後、仮想デバイスはユーザ VM にイベントを送り、入力があることを通知する。イベントを送信するために、仮想デバイスとデバイスドライバ間であらかじめイベントチャンネルを確立しておく。これにより、ユーザ VM 内のデバイスドライバは従来通りに、I/O リングから入力を取り出すことができる。

リモート管理用 VM 内の仮想デバイスは、I/O リングやイベントチャンネルの情報を管理 VM 経由で取得する。リモート管理用 VM からユーザ VM 内の I/O リングにアクセスするには、I/O リングの置かれているメモリの情報が必要になる。また、イベントチャンネルを確立するにはユーザ VM 側のポート番号が必要になる。これらの情報はユーザ VM の起動時に管理 VM に送られるため、リモート管理用 VM は仮想デバイスの作成時に管理 VM から情報を受け取る。

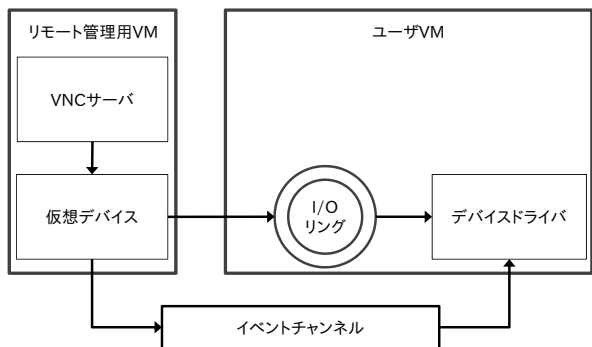


図3 I/O リングを用いた入力処理

3.3 リモート管理用 VM

リモート管理用 VM にはドメイン M [3] を拡張したものをを用いる。ドメイン M はユーザ VM のメモリにアクセスする特権を持った VM であり、マイグレーションすることができる。ドメイン M により、ユーザ VM の I/O リングが置かれているメモリをリモート管理用 VM にマップし、入力情報を書き込むことができる。また、マイグレーション時にはドメイン M が自動的にこのメモリの再マップを行うため、仮想デバイスはマイグレーション先でも継続して I/O リングにアクセスすることができる。

マイグレーション先で仮想デバイスを正常に動作させられるようにするには、イベントチャンネルについても自動的に再確立できるようにする必要がある。この機能については現在のところ、未実装である。

4 実験

D-MORE を用いた場合と従来システムで帯域外リモート管理を行った場合について、キーボード入力の応答時間を比較した。リモート管理用 VM にドメイン M を用いる実装は完成していないため、分離した VNC サーバと仮想デバイスを管理 VM 内で動作させた。実験には、Intel Xeon E3-1270 3.40GHz の CPU、8GB のメモリを搭載したマシンを 2 台使用し、ギガビットイーサネット・スイッチで接続した。仮想化ソフトウェアには Xen 4.1.3 を用い、管理 VM とユーザ VM で Linux 3.2.0 を動作させた。ユーザ VM には 256MB のメモリを割り当てた。

実験結果は表 1 のようになった。D-MORE を用いた場合、従来システムに対する遅延は約 $11\mu\text{s}$ であった。したがって、D-MORE を用いてリモート接続を行っても、キーボード入力にはほとんど影響がないことが分かった。

表1 キーボード入力の処理時間 (μs)

	キーボード入力の応答時間
従来システム	97.2
D-MORE	108.2

5 まとめ

本研究では、VM のマイグレーション時に帯域外リモート管理を継続可能なシステム D-MORE を提案した。D-MORE では、管理 VM から VNC サーバと仮想デバイスエミュレーションの機能を切り離し、マイグレーション可能なリモート管理用 VM で動作させる。ユーザ VM とリモート管理用 VM を同時にマイグレーションすることにより、ユーザ VM へのリモートアクセスを維持することができる。今後の課題は、ドメイン M を用いた実装を完成させること、および、ユーザ VM からのビデオ出力に対応することである。

参考文献

- [1] Barham et al, Xen and the Art of Virtualization, In Proc. of the 19th Symposium on Operating Systems Principles, pages 164-177, 2003.
- [2] rfbproxy <http://rfbproxy.sourceforge.net/> (参照 2013/01/28)
- [3] 宇都宮寿仁, 光来健一. VM マイグレーションを可能にする IDS オフロード機構. 2011.